



⑩ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 199 58 504 A 1**

⑤ Int. Cl.⁷:
G 01 L 3/10
G 01 B 7/30
// G 01 B 101:10

⑳ Aktenzeichen: 199 58 504.0
㉑ Anmeldetag: 4. 12. 1999
㉒ Offenlegungstag: 7. 6. 2001

DE 199 58 504 A 1

⑦ Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑦ Erfinder:
Noltemeyer, Ralf, 73249 Wernau, DE

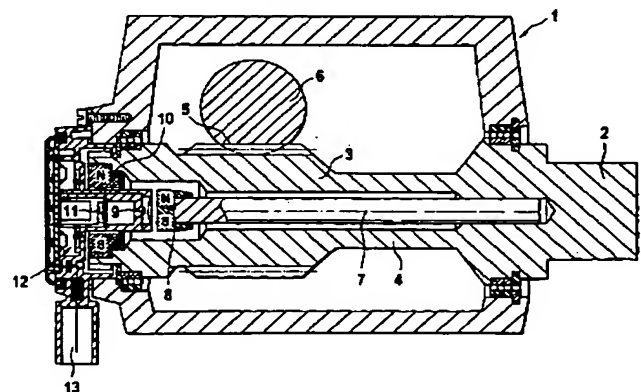
⑤⑤ Entgegenhaltungen:
DE 26 58 697 B2
DE 198 35 694 A1
DE 197 45 823 A1
DE 197 03 903 A1
DE 195 06 938 A1
GB 10 46 467
US 55 01 110 A

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Sensoranordnung zur Erfassung eines Drehwinkels und/oder eines Drehmoments

⑤⑦ Es wird eine Sensoranordnung zur Erfassung des Drehwinkels und/oder des Drehmoments an rotierenden mechanischen Bauteilen (1) vorgeschlagen, bei der am rotierenden Bauteil eine Torsionswelle als Außenwelle (3) gebildet ist, an dessen Bereich (2) an einem Ende ein Drehmoment angreift und im Bereich (5) des stirnseitigen anderen Endes das Drehmoment abnehmbar ist. Eine Innenwelle (7) ist konzentrisch zur Außenwelle (3) angeordnet und mit ihrem einen Ende an der Außenwelle (3) im Bereich (2) des Eingangs des Drehmoments befestigt. An dem stirnseitigen Ende der Außenwelle (3) und der Innenwelle (7) sind vorzugsweise Magnete (8, 10) mit radial zur Wellenachse liegenden Magnetfeldern angeordnet, denen jeweils ein ortsfester Sensor (9, 11) zugeordnet ist. Unter Einwirkung des Drehmomentes ist die Verdrehung der Magnetfelder relativ zueinander messbar, wobei der Verdrehwinkel proportional zum Drehmoment ist.



DE 199 58 504 A 1

Beschreibung

Stand der Technik

Die Erfindung betrifft eine Sensoranordnung zur Erfassung eines Drehwinkels und/oder eines Drehmoments, insbesondere an Achsen oder Wellen, nach dem Oberbegriff des Hauptanspruchs.

Es ist bereits aus der US-PS 5,501,110 eine Sensoranordnung bekannt, bei der das auf eine Achse übertragene Drehmoment erfasst werden soll. Das Drehmoment wird aus der Torsion bzw. dem Drehwinkelversatz der Achsenden und einer Elastizitäts-Konstante, die vom Material und der Geometrie der Achse abhängt, bestimmt. Es sind hierbei zwei Magnete und jeweils ein den Magneten gegenüberliegender Hall-Sensor exzentrisch auf dem äußeren Umfang von zwei sich jeweils mit der Achse drehenden Scheiben angebracht.

Beispielsweise zur Erfassung des auf eine Lenkradachse eines Kraftfahrzeuges wirkenden Drehmomentes während der Drehung des Lenkrades müssen sehr kleine Winkeländerungen in beiden Drehrichtungen des Lenkrades gemessen werden.

Das Drehmoment in der rotierenden Lenkradspindel ist eine Schlüsselgröße für viele Regelungs- und Steuerungsaufgaben im Kraftfahrzeug und kann im Prinzip auf verschiedene, für sich gesehen bekannte Arten erfasst werden. Beispielsweise kann dies auch mit einer Sensoranordnung nach dem Wirbelstromprinzip oder mit einer optischen Anordnung, bestehend aus einer Strichscheibe und einem CCD-Chip, aufgebaut sein.

Bei Sensoranordnungen nach dem eingangs genannten, aus dem Stand der Technik bekannten Prinzip besteht vor allem die Gefahr, dass durch eine Umlaufmodulation, die durch Toleranzproblemen bei der Anordnung der Pole der Magneten entstehen, relativ große Messfehler auftreten können. Weiterhin kann auch bei der Signalerfassung an rotierenden Wellen die Signalübertragung schwierig werden, die zwar je nach Anwendung mit einem Drehübertrager oder mit Schleifringen gelöst werden kann, jedoch kostenintensiv und störanfällig ist.

Vorteile der Erfindung

Die eingangs erwähnte gattungsgemäße Sensoranordnung zur Erfassung des Drehwinkels- und/oder des Drehmoments an rotierenden mechanischen Bauteilen, ist gemäß des Kennzeichens des Anspruchs 1 in vorteilhafter Weise dadurch weitergebildet, dass am rotierenden Bauteil eine Torsionswelle als Außenwelle gebildet ist an deren einem Ende ein Drehmoment angreift. Im Bereich des stirnseitigen anderen Endes der Außenwelle ist dann das Drehmoment abnehmbar, wobei eine Innenwelle konzentrisch zur Außenwelle liegt, die mit ihrem einen Ende an der Außenwelle im Bereich des Eingangs des Drehmoments befestigt ist. An den stirnseitigen Ende der Außenwelle und der Innenwelle liegen gemäß der Erfindung in vorteilhafter Weise Signalerzeugungselemente denen jeweils ein ortsfestes Detektionselement zugeordnet ist.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist ein Magnet als Signalerzeugungselement an der Innenwelle zur Erfassung des Drehwinkels am Eingang des Drehmoments angeordnet und erzeugt ein zur Wellenachse liegendes radiales Magnetfeld. Ein weiterer Magnet als Signalerzeugungselement an der Außenwelle ist dabei in vorteilhafter Weise zur Erfassung des Drehwinkels des Ausgangs des Drehmoments konzentrisch zur Innenwelle außerhalb des einen Magneten angeordnet. Hierdurch wird ein weiteres radiales Magnetfeld erzeugt, so dass nunmehr durch die Einwirkung des

Drehmomentes die Verdrehung der Magnetfelder relativ zueinander messbar ist, wobei der Verdrehwinkel proportional zum Drehmoment ist.

Auf einfache Weise können die Detektionselemente bzw. Sensoren magnetoresistive Sensoren sein, beispielsweise sogenannte AMR- oder GMR-Sensoren (AMR = Anisotrop-magnetoresistiv, GMR = Giant-magnetoresistiv) sein, die ein im wesentlichen von der Feldlinienrichtung der mit den drehbaren Wellen verbundenen Magnete abhängiges Signal abgeben und derart im Magnetfeld der Magneten angeordnet ist, dass deren magnetfeldempfindliche Schicht tangential zu der die Winkeländerung verursachenden Drehung der Wellen liegt.

In einer vorteilhaften Auswerteschaltung können aus diesen Signalen jeweils der absolute Drehwinkel der Innen- und der Außenwelle und, wie oben erwähnt, aus dem relativen Verdrehwinkel das einwirkende Drehmoment ermittelt werden. Eine besonders vorteilhafte Anwendung der Erfindung ergibt sich, wenn die Innen- und die Außenwelle an der Lenkspindel eines Kraftfahrzeuges angebracht sind.

Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn am stirnseitigen Ende der Außenwelle ein Antrieb für ein weiteres rotierendes Bauteil exzentrisch oder konzentrisch zur Wellenachse angebracht ist. Hiermit können auf einfache Weise auch Umdrehungen der Außenwelle, bzw. der Lenkspindel, größer als 360° erfasst und ausgewertet werden, wobei die Erfassung der Drehung des weiteren Körpers ebenfalls mit einer magnetfeldempfindlichen Sensoranordnung vornehmbar ist. Der erforderliche Antrieb kann vorteilhaft ein Zahnradantrieb sein, bei dem die Zähnezah auf dem Umfang des weiteren Körpers unterschiedlich zur Zähnezah auf der Außenwelle ist und damit ein eindeutiges Signal für eine volle Umdrehung zur Verfügung steht.

Zusammenfassend ergeben sich eine Reihe von Vorteilen für die erfindungsgemäße Sensoranordnung mit einer konzentrischen Winkelmessung an den Wellen insbesondere durch die Platzierung der Magnetmittelpunkte und der Sensorelemente auf der Wellenachse. Mit den beiden Messungen der jeweiligen Magnetfeldrichtungen ist auf einfache Weise eine Fehlerüberwachung des Winkels des rotierenden Bauteils, z. B. eines Lenkrades aufgrund eines Vergleichs der beiden Magnetfeldrichtungsmessungen möglich.

Auch ist bei einer Anwendung im Kraftfahrzeug die Auswertelektronik in einem kompakten Gehäuse einfach modular aufbaubar, da insbesondere eine kontaktfreie Messung von Drehmoment und Lenkradwinkel ($> 360^\circ$) ohne zusätzliches Reibmoment möglich ist. Es kann hier somit ein gekapseltes Gehäuse aufgebaut werden, das feuchtigkeitsunempfindlich ist und einen einfachen Austausch des Sensorgehäuses mitsamt der Elektronik möglich macht.

Die mit der erfindungsgemäßen Sensoranordnung durchführbare Winkelmessung kann dabei mit einer Vielzahl von, vorzugsweise berührungslosen, Messverfahren durchgeführt werden und ist nicht auf Magnetfeldrichtungsmessung beschränkt. Die Messung kann an vielen rotierenden Bauteilen durchgeführt werden, z. B. bei einer Anwendung im Kraftfahrzeug auch am Lenkgetriebe am Lenkrad im Fahrer- raum, am Differential oder an einer Motorwelle, beispielsweise zur Ausgabe des Lenkradwinkels, des Radwinkels, der Winkelgeschwindigkeit, der Winkelbeschleunigung und des Drehmoments.

Diese und weitere Merkmale von bevorzugten Weiterbildungen der Erfindung gehen außer aus den Ansprüchen auch aus der Beschreibung und den Zeichnungen hervor, wobei die einzelnen Merkmale jeweils für sich allein oder zu mehreren in Form von Unterkombinationen bei der Ausführungsform der Erfindung und auf anderen Gebieten verwirklicht sein und vorteilhafte sowie für sich schutzfähige

Ausführungen darstellen können, für die hier Schutz beansprucht wird.

Zeichnung

Ausführungsbeispiele der erfindungsgemäßen Sensoranordnung werden anhand der Zeichnung erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 einen Schnitt durch ein Lenkgetriebe für ein Kraftfahrzeug mit einer Sensoranordnung zur Erfassung eines auf die rotierenden Bauteile wirkenden Drehmomentes und

Fig. 2 eine Teilschnittansicht der stirnseitigen Enden einer Innen- und Außenwelle des Lenkgetriebes mit einer zusätzlichen Erfassung voller Umdrehungen einer Lenkspindel.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

In Fig. 1 ist in einer schematischen Ansicht ein Lenkgetriebe 1 gezeigt, das über ein drehbares Anschlussstück 2 mit einer drehmomentbehafteten Lenkbewegung beaufschlagt werden kann (Drehmomenteingang). Im Lenkgetriebe 1 ist eine Außenwelle 3 gebildet, die einen Torsionsbereich 4 aufweist und ein Anschlussstück 5 für eine Übertragung der Drehbewegung auf eine Spurstange 6 besitzt, wobei an diesem Anschlussstück das Drehmoment von der Lenkbewegung mit einem entsprechend ausgestalteten Getriebe weiter übertragen wird (Drehmomentausgang).

Es ist im Lenkgetriebe 1 nach der Fig. 1 weiterhin eine Innenwelle 7 vorhanden, die fest am Anschlussstück 2 verankert ist (Drehmomenteingang). Am stirnseitigen Ende der Innenwelle 7 ist ein Magnet 8 vorhanden, in dessen radialem Magnetfeld ein magnetfeldempfindlicher Sensor 9, beispielsweise eine AMR-Sensor, angeordnet ist. Am stirnseitigen Ende der Außenwelle 3 ist ein Magnet 10 vorhanden, dessen radiales von einem zweiten Sensor 11 detektiert wird.

Die Sensoren 9 und 11 sind an eine elektronische Auswerteschaltung 12 angeschlossen, in der die von der Richtung der Magnetfelder und damit von der Drehstellung abhängigen Signale der Sensoren 9 und 11 erfasst und zum Teil ausgewertet werden können. Auf die einzelnen Bauteile und deren Funktion in der Auswerteschaltung 12 braucht zum Verständnis der Erfindung hier nicht näher eingegangen werden. Die Ausgangssignale der Auswerteschaltung 12 werden über eine elektrische Steckverbindung 13 zum Anschluss an die Bordelektronik eines Kraftfahrzeuges zur Verfügung gestellt.

Bei einer auf das Lenkgetriebe 1 nach der Fig. 1 ausgeübten Lenkbewegung wird durch Anlegen eines Drehmomentes an den Bereich der Außenwelle 3, der am Anschlussstück 2 liegt (Drehmomenteingang), und dem Bereich 5, der am anderen stirnseitigen Ende liegt (Drehmomentausgang), ein Verdrehwinkel (Torsionswinkel der Außenwelle) erzeugt. Der Magnet 10 der Außenwelle 3 wird dabei im gleichen Maße verdreht, wie der Bereich 5 der Außenwelle am sog. Drehmomentausgang. Die Innenwelle 7 und der Magnet 8 der Innenwelle 7 wird jedoch im gleichen Maße verdreht, wie der Bereich 2 der Außenwelle 3 am sog. Drehmomenteingang. Somit verdrehen sich die beiden Magnete 8 und 10 sowie deren Magnetfelder relativ zueinander und der entsprechende Verdrehwinkel kann detektiert werden. Dieser Verdrehwinkel der Magnetfelder am Ort der Magnetfeldmessung an den Sensoren 9 und 11 ist proportional zum Verdrehwinkel der Außenwelle 3 und damit zum Drehmoment.

In Fig. 2 ist eine Erweiterung des Lenkgetriebes 1 nach der Fig. 1 mit dem zusätzlichen Antrieb eines rotierenden Bauteils 14 gezeigt. Über einen äußeren Zahnkranz 15 am stirnseitigen Ende der Außenwelle 3 und über einen entspre-

chenden Zahnkranz 15 am zusätzlichen Bauteil 14 wird hier eine Mitrotation eines dritten Magneten 16 bewirkt, die ebenfalls mittels eines magnetfeldempfindlichen Sensors 17 erfassbar ist. Das Messprinzip und die Auswertung entspricht dabei vorzugsweise der Arbeitsweise der Sensoren 9 und 11 aus der Fig. 1. Mit dieser Anordnung nach der Fig. 2 ist es möglich, beispielsweise durch eine unterschiedliche Zähnezahzahl der beiden Zahnkränze 15, eine eindeutige Erfassung und Zählung von vollen Umdrehungen der am Anschlussstück 2 angeschlossenen Lenkspindel durchzuführen.

Patentansprüche

1. Sensoranordnung zur Erfassung des Drehwinkels und/oder des Drehmomentes an rotierenden mechanischen Bauteilen (3, 7; 14), mit

- Signalerzeugungselementen (8, 10; 16) und Signaldetektionselementen (9, 11; 17), wobei die Signalerzeugungselemente (8, 10; 16) jeweils an den bewegten mechanischen Bauteilen (3, 7; 14) befestigt sind, dadurch gekennzeichnet, dass
- am rotierenden Bauteil eine Torsionswelle als Außenwelle (3) gebildet ist, an dessen Bereich (2) an einem Ende ein Drehmoment angreift und im Bereich (5) des stirnseitigen anderen Endes das Drehmoment abnehmbar ist, wobei eine Innenwelle (7) konzentrisch zur Außenwelle (3) angeordnet ist, die mit ihrem einen Ende an der Außenwelle (3) im Bereich (2) des Eingangs des Drehmomentes befestigt ist und dass
- an dem stirnseitigen Ende der Außenwelle (3) und der Innenwelle (7) die Signalerzeugungselemente (8, 10) angeordnet sind, denen jeweils ein ortsfestes Signaldetektionselement (9, 11; 17) zugeordnet ist.

2. Sensoranordnung nach Anspruch 1 mit

- mindestens einem Magneten (8, 10; 16) als Signalerzeugungselemente und mindestens einem Sensor (9, 11; 17) als Signaldetektionselement (9, 11; 17), der ein von der Richtung der Feldlinien des Magneten (8, 10; 16) abhängiges elektrisches Ausgangssignal abgibt, dadurch gekennzeichnet, dass
- an dem stirnseitigen Ende der Außenwelle (3) und der Innenwelle (7) die Magnete (8, 10) mit radial ausgerichteten Magnetfeldern angeordnet sind, denen jeweils ein ortsfester magnetfeldempfindlicher Sensor (9, 11; 17), vorzugsweise auf der Wellenachse, zugeordnet ist.

3. Sensoranordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass

- der eine Magnet (8) an der Innenwelle (7) zur Erfassung des Drehwinkels des Bereichs (2) am Eingang des Drehmomentes ein radiales Magnetfeld erzeugt und der andere Magnet (10) an der Außenwelle (3) zur Erfassung des Drehwinkels im Bereich (5) des Ausgangs des Drehmomentes außerhalb des ersten Magneten (8) angeordnet ist und ein weiteres radiales Magnetfeld erzeugt und dass
- unter Einwirkung des Drehmomentes die Verdrehung der Magnetfelder relativ zueinander messbar ist, wobei der Verdrehwinkel proportional zum Drehmoment ist.

4. Sensoranordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

- am stirnseitigen Ende der Außenwelle (3) ein Antrieb (15) für ein weiteres rotierendes Bauteil (14) an-

gebracht ist, mit dem Umdrehungen der Welle (3, 7) größer als 360° erfassbar sind.

5. Sensoranordnung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass

- die Erfassung der Drehung des weiteren Bauteils (14) ebenfalls mit einer magnetfeldempfindlichen Sensoranordnung (16, 17) vornehmbar ist.

6. Sensoranordnung nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass

- der Antrieb ein Zahnradantrieb (15) ist, bei dem die Zähnezahzahl auf dem Umfang des weiteren Bauteils (14) unterschiedlich zur Zähnezahzahl auf der Außenwelle (3) ist.

7. Sensoranordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

- die Sensoren (9, 11; 17) magnetoresistive Sensoren sind, die derart im Magnetfeld der Magneten (8, 10; 16) angeordnet ist, dass deren magnetfeldempfindliche Schicht tangential zu der die Winkeländerung verursachenden Drehung der Wellen (3, 7; 14) liegt.

8. Sensoranordnung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass

- die Sensoren (9, 10; 17) magnetoresistive AMR- oder GMR-Sensoren sind, die ein im wesentlichen von der Feldlinienrichtung der mit den drehbaren Wellen (3, 7) verbundenen Magnete (8, 10; 16) abhängiges Signal abgeben und dass
- in einer Auswerteschaltung (12) aus diesen Signalen jeweils der absolute Drehwinkel der Innen- und der Außenwelle (3, 7) und aus dem relativen Verdrehwinkel das einwirkende Drehmoment ermittelbar ist.

9. Sensoranordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

- die Innen- und die Außenwelle (3, 7) an der Lenkspindel eines Kraftfahrzeuges angebracht sind.

10. Sensoranordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

- die Innen- und die Außenwelle (3, 7) in die Achse eines Motors integriert sind.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

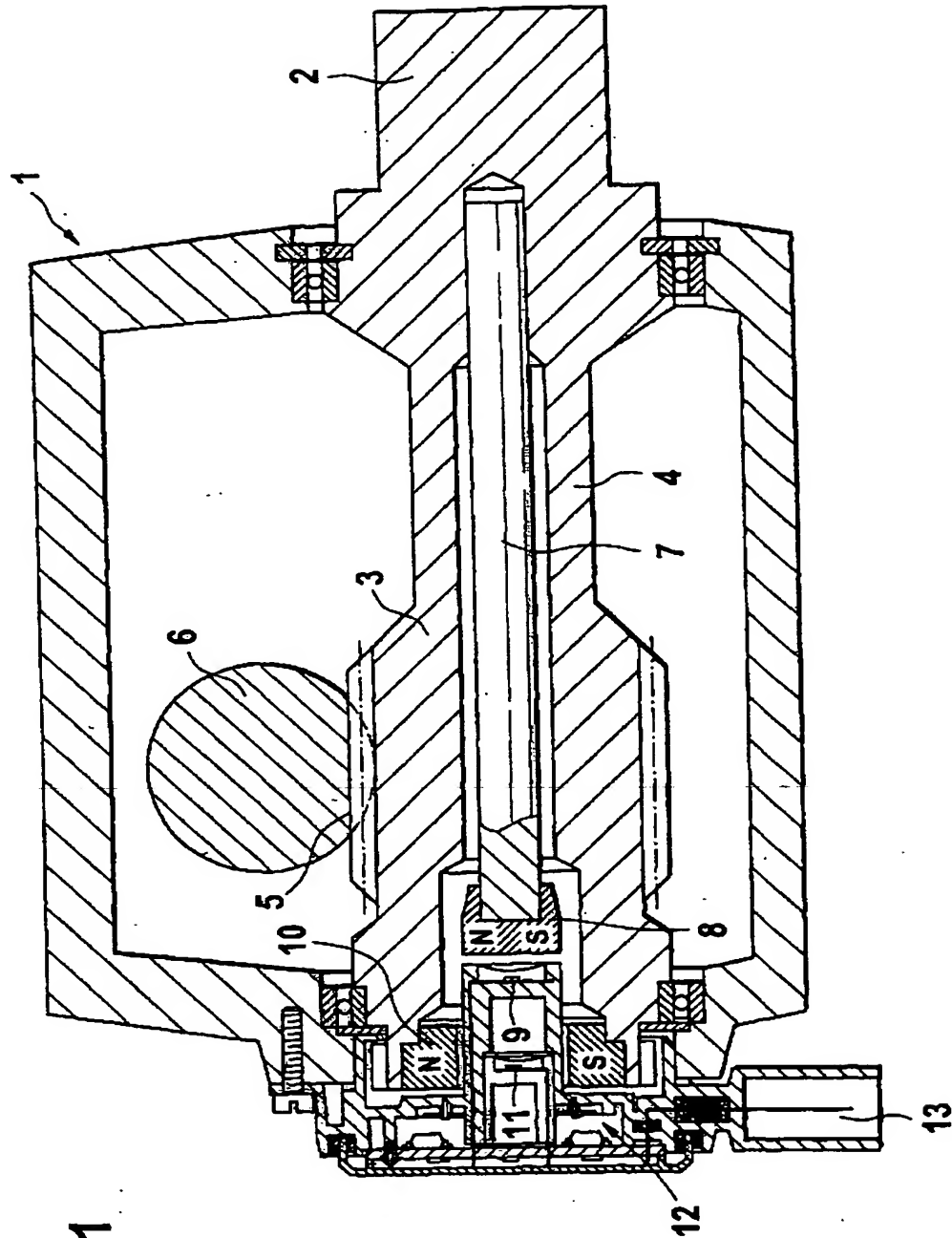


Fig. 1

Fig. 2

